

李敏之 郭治成 编著

014003346

TP3-43
662

教育部大学计算机课程改革项目规划教材

大学计算机基础

Daxue Jisuanji Jichu

李敏之 郭治成 编著



咨询电话 400-810-0298
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上购 <http://www.jandao.com>
<http://www.jandao.com.cn>
次 2013年9月第1版
次 2013年9月第1次印刷
元 29.00 价 定

出版 清华大学出版社
社 100120
印 北京清华大学出版社
本 785mm×1092mm 1/16
开 32
印 1
字 450千字
线 010-28281118



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING



北航

C1690461

014003346

内容提要

本书根据教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会提出的大学计算机基础课程的教学要求,从当前高校计算机基础教育的实际出发,结合当前计算机技术的发展及教学过程中的实际情况而编写。

全书分为7章,内容包括计算机与信息化社会、计算原理、微型计算机硬件系统、微型计算机软件系统、计算机网络技术、办公软件和多媒体技术基础。

本书内容丰富,结构合理,系统性和可操作性强,并配有大量的例题和习题,可作为普通高等学校非计算机专业“大学计算机基础”课程的教材,也可作为社会学习者学习计算机基础知识的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础 / 李敏之, 郭治成编著. — 北京 : 高等教育出版社, 2013.9
ISBN 978-7-04-038345-4

I. ①大… II. ①李… ②郭… III. ①电子计算机-高等学校-教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第188346号

策划编辑 李 林
插图绘制 于 博

责任编辑 陈 哲
责任校对 刘 莉

封面设计 于文燕
责任印制 韩 刚

版式设计 范晓红

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京汇林印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 17.75
字 数 420千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2013年9月第1版
印 次 2013年9月第1次印刷
定 价 29.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 38345-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第 1 章 计算机与信息化社会	1
1.1 计算工具的发展与电子计算机的诞生	1
1.1.1 手动式计算工具	1
1.1.2 机械式计算工具	2
1.1.3 机电式计算机	6
1.1.4 电子计算机的诞生	7
1.2 电子计算机的发展	12
1.2.1 电子计算机的发展	12
1.2.2 电子计算机的分类	15
1.2.3 未来计算机	19
1.3 信息技术与信息化社会	23
1.3.1 信息技术概述	23
1.3.2 信息产业	27
1.3.3 信息化与信息化社会	28
1.4 计算思维概述	30
1.4.1 思维与科学思维	30
1.4.2 计算思维的概念	32
1.4.3 计算思维的用途	35
1.5 计算机的应用领域与模式	36
1.5.1 计算机的应用领域	36
1.5.2 计算机的应用模式	37
1.6 计算机威胁与安全	40
1.6.1 计算机病毒	40
1.6.2 计算机犯罪	47
练习题	48
第 2 章 计算原理	51
2.1 进位计数制	51

2.2 计算机与二进制数	51
2.2.1 数的二进制表示及特点	52
2.2.2 二进制数的算术运算	52
2.2.3 二进制数的逻辑运算	53
2.2.4 不同进位计数制的转换	55
2.3 信息在计算机中的表示	57
2.3.1 信息的存储单位	57
2.3.2 数值类数据的表示	58
2.3.3 非数值类数据的表示	58
2.4 图灵与图灵机模型	61
2.4.1 图灵机	62
2.4.2 图灵测试	63
2.4.3 图灵奖	64
2.5 冯·诺依曼计算机	66
2.5.1 冯·诺依曼计算机的基本组成	66
2.5.2 计算机工作原理	66
练习题	67
第 3 章 微型计算机硬件系统	70
3.1 微型计算机概述	70
3.1.1 微型计算机的演进	70
3.1.2 微型计算机系统的基本组成及特征	71
3.2 主机	72
3.2.1 系统主板	73
3.2.2 微处理器	76
3.2.3 内存储器	78
3.2.4 总线与接口	79
3.3 外部设备	82
3.3.1 外存储器	82
3.3.2 输入设备	83

3.3.3 输出设备	86	5.2.2 局域网组网案例	138
3.4 便携计算机	88	5.2.3 以太网	141
练习题	89	5.2.4 无线局域网	142
第4章 微型计算机软件系统	92	5.3 互联网技术	145
4.1 软件概述	92	5.3.1 互联网的诞生与发展	145
4.1.1 软件技术发展历程	92	5.3.2 TCP/IP	149
4.1.2 软件的性质	93	5.3.3 网络地址	150
4.1.3 软件的分类	94	5.3.4 互联网接入方式	153
4.2 操作系统	95	5.3.5 互联网服务	154
4.2.1 操作系统的概念及分类	95	5.3.6 网络测试工具	157
4.2.2 操作系统的主要功能	97	5.4 网络安全	159
4.2.3 常用操作系统简介	99	5.4.1 网络所面临的问题	159
4.2.4 Windows 的文件管理与系统管理	101	5.4.2 网络安全技术	160
4.3 数据库基础	115	5.5 网页制作	163
4.3.1 数据库系统中的基本概念	115	5.5.1 网页的基本概念	164
4.3.2 关系模型	117	5.5.2 HTML 语言简介	166
4.4 程序设计语言与语言处理程序	118	练习题	173
4.4.1 程序设计中的基本概念	118	第6章 办公软件	177
4.4.2 程序设计语言	119	6.1 办公软件概述	177
4.4.3 语言处理程序	119	6.1.1 常用办公软件简介	177
4.5 应用软件	120	6.1.2 办公软件的特点	178
4.5.1 系统工具软件	120	6.2 文字处理软件	180
4.5.2 文件管理工具	121	6.2.1 文档输入	180
4.5.3 图形处理工具	121	6.2.2 文档编辑	181
4.5.4 音频视频工具	122	6.2.3 文档格式编排	183
4.5.5 网络应用工具	122	6.2.4 表格	189
练习题	123	6.2.5 图文混排	193
第5章 计算机网络技术	125	6.2.6 文档排版	199
5.1 计算机网络概述	125	6.3 电子表格软件	204
5.1.1 计算机网络的定义	125	6.3.1 电子表格的基本元素	204
5.1.2 计算机网络的产生与发展	126	6.3.2 单元格的基本操作	205
5.1.3 计算机网络的分类	127	6.3.3 工作表的管理	212
5.1.4 计算机网络体系结构	130	6.3.4 数据的图表化	213
5.2 局域网技术	132	6.3.5 数据管理	215
5.2.1 局域网的组成	132	6.4 演示文稿软件	218
		6.4.1 演示文稿的建立	218
		6.4.2 编辑幻灯片	220

6.4.3 幻灯片的编排与放映	224	7.3.1 图形与图像	245
练习题	225	7.3.2 数字图像的主要参数	247
第7章 多媒体技术基础	230	7.3.3 色彩空间	249
7.1 多媒体技术概述	230	7.3.4 图像数字化过程与图形、 图像存储格式	251
7.1.1 媒体	230	7.3.5 Photoshop 简介	253
7.1.2 多媒体与多媒体技术	230	7.4 视频处理技术	259
7.1.3 媒体技术发展及应用	231	7.4.1 数字视频基础	259
7.1.4 多媒体个人计算机	232	7.4.2 数字视频编码	260
7.2 多媒体音频技术	233	7.4.3 数字视频存储格式	262
7.2.1 声音的基本特性	233	7.4.4 绘声绘影简介	263
7.2.2 数字音频基础	235	练习题	266
7.2.3 数字音频相关技术	238	参考文献	270
7.2.4 Cool Edit 简介	240	附录	272
7.3 数字图像处理技术	245		

第1章 计算机与信息化社会

计算机是20世纪人类最重大的发明之一。自世界上第一台计算机诞生以来,在短短的六十多年时间内得到了迅速发展和广泛应用。目前,计算机及其应用已渗透到人类社会的各个领域,从科技、文化、教育、医疗,到工农业生产、社会活动、经济和国防建设等都已离不开计算机。现在,计算机已进入千万家庭,成为人们参加政治、经济、科技、学习、生活和娱乐活动的必备工具。计算机的普及标志着人类开始进入信息社会。

作为生活在信息时代的大学生,必须具备以计算机技术为核心的信息技术的基本知识和应用能力,不断提高自己的信息素养、信息能力和计算思维能力。

1.1 计算工具的发展与电子计算机的诞生

计算是人类文明最古老而又最时新的成就之一,但计算需要一定的工具来完成。从远古的手指计数、结绳计数,经中国古代的算筹计算、算盘计算,到近代西方的耐普尔骨牌计算及巴斯卡计算器、差分机等机械计算,直至现代的电子计算机计算,计算工具经历了从简单到复杂、从低级到高级、从手动到自动的发展过程,而且还在不断发展。计算方法及计算工具的无限发展与巨大作用,使计算创新在人类科技史上占有非常重要的地位。回顾计算工具的发展历史,从中可以得到许多有益的启示。

1.1.1 手动式计算工具

人类最早有实物作证的计算工具是算筹。它是我国古代劳动人民普遍采用的一种计算工具。根据史书的记载,算筹是一根根同样长短和粗细的小棍子,一般长为13~14 cm,直径0.2~0.3 cm,多用竹子制成,也有用木头、兽骨、象牙、金属等材料制成的,大约二百七十几枚为一束,放在一个布袋里,系在腰部随身携算,需要记数和计算的时候,就把它们取出来,放在桌上或地上,如图1.1所示。算筹采用十进制计数法,有纵式和横式两种摆法。这两种摆法都可以表示1、2、3、4、5、6、7、8、9九个数字,数字0用空位表示,如图1.2所示。算筹的记数方法为:个位用纵式,十位用横式,百位用纵式,千位用横式等。这样从右到左,纵横

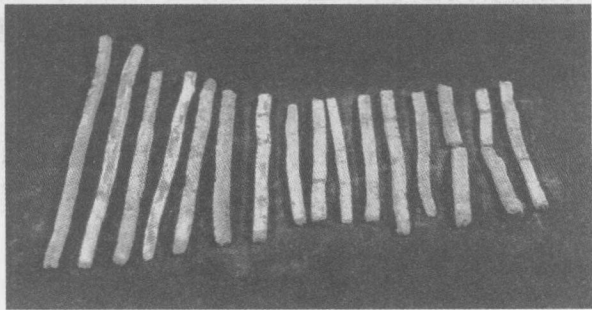


图1.1 算筹

相间，以此类推，就可以表示任意大的自然数了。由于它的位与位之间纵横变换，且每一位都有固定的摆法，所以既不会混淆，也不会错位。算筹不仅可以替代手指来帮助计数，而且能做加、减、乘、除等数学运算，如图 1.3 所示。

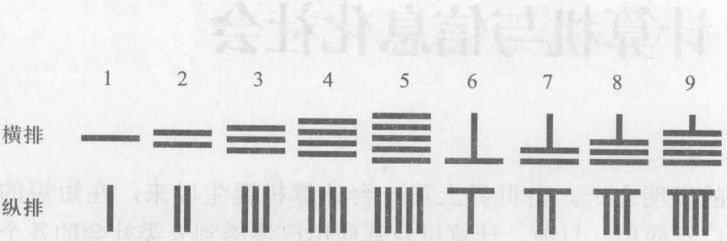


图 1.2 算筹计数的摆法

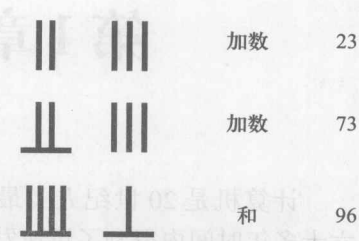


图 1.3 算筹的数学运算

中国古代在计算工具领域的另一项发明是算盘，如图 1.4 所示。算盘是中国的独创，也是计算工具发展史上的一项重大发明。算盘被誉为古代科学技术第五大发明，是人类社会发展的重要文化成果，它不仅对中国经济的发展起过有益的作用，而且传到日本、朝鲜、东南亚和欧、美等地区，经受了历史的考验。珠算作为一门计算技术发明于我国古代，作为一门启智的科学技术产生于现代，直到今天，它仍然是许多人所钟爱的“计算机”，尤其在加减运算和启蒙教育领域发挥着电子计算机所无法替代的作用。

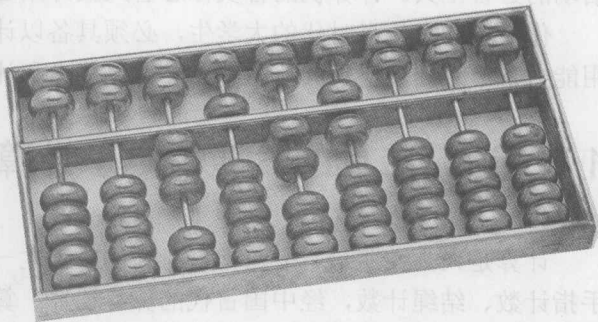


图 1.4 算盘

17 世纪初，计算工具在西方呈现较快的发展。1617 年，英国数学家约翰·纳皮尔（John Napier）发明了 Napier 乘除器，也称 Napier 算筹。Napier 算筹由 10 根长条状的木棍组成，每根木棍的表面雕刻着一位数字的乘法表，右边第一根木棍是固定的，其余木棍可以根据计算的需要进行拼合和调换位置。Napier 算筹可以用加法和一位数乘法代替多位数乘法，也可以用除数为一位数的除法和减法代替多位数除法，从而大大简化了数值计算过程。1621 年，英国数学家威廉·奥特雷德（William Oughtred）根据对数原理发明了圆形计算尺，也称对数计算尺。对数计算尺在两个圆盘的边缘标注对数刻度，然后让它们相对转动，就可以基于对数原理用加减运算来实现乘除运算。17 世纪中期，对数计算尺改进为尺座和在尺座内部移动的滑尺。18 世纪末，发明蒸汽机的瓦特独具匠心，在尺座上添置了一个滑标，用来存储计算的中间结果。对数计算尺不仅能进行加、减、乘、除、乘方、开方运算，甚至可以计算三角函数、指数函数和对数函数。它一直被使用到袖珍电子计算器面世。即使在 20 世纪 60 年代，使用对数计算尺仍然是理工科大学生必须掌握的基本功，是工程师身份的一种象征。

1.1.2 机械式计算工具

随着科学的发展，商业、航海和天文学都有许多复杂的计算问题被提出来，很多人都关心

计算工具的发展。从 17 世纪到 19 世纪长达 200 多年的时间里,一批杰出的科学家相继进行了机械式计算机的研制,其中的代表人物有帕斯卡、莱布尼茨和巴贝奇。这一时期的计算机虽然构造和性能还非常简单,但其中所体现的许多原理和思想已经开始接近现代计算机。

法国数学家和物理学家帕斯卡(Blaise Pascal, 1623—1662)为了帮助其父亲完成繁杂的税率、税款计算工作,曾尝试制作一台可以帮助计算的机器,经过夜以继日地埋头苦干,先后做了三个不同的模型,终于在 1642 年成功发明了人类历史上第一台机械式计算器——齿轮式加减法器,如图 1.5 所示。它解决了自动进位这一关键问题,其设计原理对后来机械计算的发展产生了深远的影响。为了纪念这位伟大的科学家对计算机领域的重大贡献,1971 年,瑞士计算机科学家沃斯将其发明的高级语言命名为 Pascal,使帕斯卡的英名长留在计算机时代。



图 1.5 帕斯卡与他发明的第一台机械式计算器

德国数学家和哲学家莱布尼茨(G.W.Leibniz)看到了帕斯卡一篇关于帕斯卡加法器的论文,激发了他强烈的发明欲望,决心把这种机器的功能扩展为乘除运算。1674 年,莱布尼茨研制了一台能进行四则运算的机械式计算器,称为莱布尼茨四则运算器。莱布尼茨不仅发明了手动的可进行完整四则运算的通用计算器,还提出了“可以用机械替代人进行烦琐、重复的计算工作”这一重要思想。

莱布尼茨最突出的成就是提出了直接进行机械乘法的设计思想。他在给友人的信中曾写道:“制成这种计算器使我感到很幸福,它与帕斯卡的计算器相比有无限的差别,因为我的机器能在短时间里完成很大数字的乘除,而不必连续加减。”这种思想就是现代计算机做乘除运算所采用的办法。莱布尼茨的另一个重要贡献是他第一个认识到二进制计数的重要性,系统地提出了“二进制”算术运算法则,并指出了它们用于某些理论研究中的优点。对中国文明有一定了解并怀有深深敬意的莱布尼茨,不仅写过研究八卦的数学内容的论文,而且把自己发明的计算器复制了一套,赠给了康熙皇帝,希望增进东西方的科学文化交流,也希望知道《易经》的中国人,制造出更多的应用计算器。

无论是帕斯卡,还是莱布尼茨,他们所发明的计算机都缺乏程序控制功能。1804 年,法国机械师约瑟夫·雅克特(Joseph Jacquard, 1752—1834)发明了可编程织布机,第一次使用了穿孔卡片这种输入方式,通过读取穿孔卡片上的编码信息来自动控制织布机的编织图案。这

引起了法国纺织工业革命。雅克特提花编织机拉开了 19 世纪机器自动化的序幕，为程序控制计算机提供了思想基础。直到 20 世纪 70 年代，穿孔卡片这种输入方式还在普遍使用。

雅克特提花编织机蕴含的程序控制自动化的思想，启发了英国数学家查尔斯·巴贝奇 (Charles Babbage, 1792—1871)。他首先提出带有程序控制的完全自动计算机的设想，并于 1822 年利用多项式数值表的数值差分规律，设计出了一台计算机模型“差分机 1 号”，如图 1.6 所示。

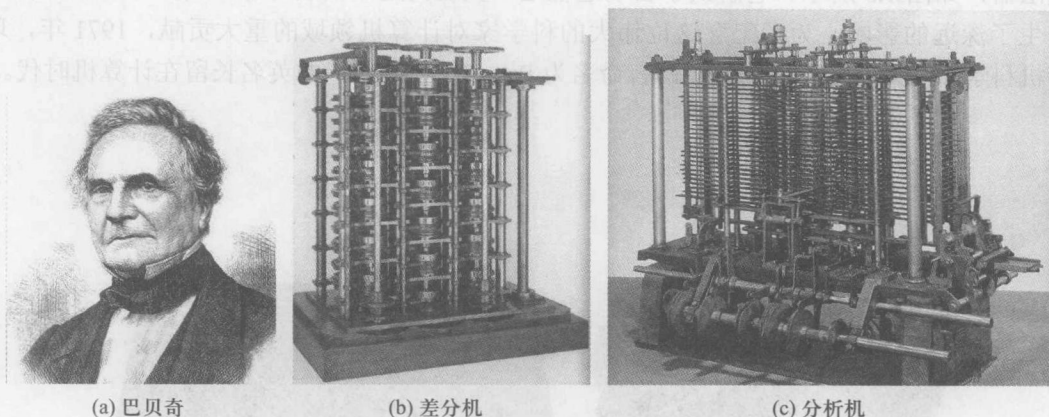


图 1.6 巴贝奇与他设计的差分机、分析机

所谓“差分”，就是把函数表的复杂算式转化为差分运算，用简单的加法代替二次方运算，快速编制不同函数的数学用表。下面，我们通过计算整数的二次方来简单理解差分运算这一方法。我们知道 $1^2=1$, $2^2=4$, $3^2=9$, 则 $1^2-0^2=1$, $2^2-1^2=3$, $3^2-2^2=5$, 然后计算这些结果的差: $3-1=2$, $5-3=2$, 它们的差值均为 2。如果运算继续进行下去, 便可推导出 4^2-3^2 与 3^2-2^2 的值的差也是 2。因此 4^2-3^2 一定比 3^2-2^2 大 2, 这样 $4^2-3^2=7$, 因此 $4^2=3^2+7=16$ 。既然知道了 4 的二次方的值, 就可以基于 0^2 、 1^2 、 3^2 、 4^2 的值来计算 5 的二次方的值。

在制造差分机期间, 巴贝奇就在勾画设计一种能进行任何程序运算的计算机。受雅克特自动提花织布机的启发, 巴贝奇提出了把程序编制在穿孔卡片上用以控制计算机工作的设想。为此, 他于 1834 年设计了一种在性能上大大超过差分机的机器分析机, 并制成了一台可以运转的分析机模型。这台分析机模型虽然已经描绘出有关程序控制方式计算机的雏形, 但限于当时的技术条件而未能实现。不过, 它在三个方面对现代计算机的研制具有启发意义:

- ① 可保存上百个数字信息的齿轮式“寄存器”。
- ② 从寄存器中取出数据进行各种运算的“运算器”。
- ③ 可根据计算结果的正负, 调整运算顺序的条件转移操作、控制操作顺序、选择处理数据及控制输出结果的“控制器”。

实际上, 我们今天所使用的每一台计算机都遵循着巴贝奇的基本设计方案 (巴贝奇第一次将计算机分为输入、处理、存储、控制和输出五个部分)。可以说分析机是现代通用计算机的雏形, 开创了近代机械式计算机研究的先河。为了研究信息革命的历史, 1977 年, 美国建立了巴贝奇研究所 (CBI)。人们将巴贝奇称为“计算机之父”。

分析机在设计过程中得到了英国著名诗人拜伦的女儿爱达（Ada）的大力支持。爱达建议在分析机中采用二进制存储取代原分析机中的十进制存储，首次指出分析机如何进行编程，同时首次提出了编程的基本要素，如循环、函数和子程序。爱达在 1843 年发表的一篇论文里认为机器今后有可能被用来创作复杂的音乐、制图和科学研究。这在当时确是十分大胆的预见。为了纪念这位女中豪杰对计算机的贡献，美国国防部在 1981 年将其设计的一种计算机语言命名为 Ada 语言。人们赞誉爱达是“世界上第一位程序员”。

1886 年，美国统计学家赫尔曼·霍勒瑞斯（Herman Hollerith, 1860—1929）借鉴了雅克特自动提花织布机的穿孔卡原理，用穿孔卡片存储数据，制造了第一台可以自动进行加、减、乘、除四则运算、累计存档、制作报表的制表机，如图 1.7 所示。这台制表机参与了美国 1890 年的第 12 次人口普查工作，仅用了大约 6 个星期的时间就完成了人口普查的统计工作（美国的人口普查始于 1790 年，当时用了 9 个月完成了数据的统计，1887 年由于人口增加，用了 7 年时间才完成了数据处理）。这是人类历史上第一次利用计算机进行大规模的数据处理。霍勒瑞斯于 1896 年创建了制表机公司——TMC 公司。1911 年，TMC 与另外两家公司合并，成立了 CTR 公司。1924 年，CTR 公司改名为国际商业机器公司（International Business Machines Corporation）。这就是赫赫有名的 IBM 公司。

1878 年，在俄国工作的瑞典工程师奥涅尔（Willgodt Theophil Odhner, 1845—1903）制造了一种齿数可变的齿轮手摇式计算机，如图 1.8 所示。奥涅尔计算机的主要特点是利用齿数可变的齿轮，代替了莱布尼茨的阶梯形轴。其中，字轮与基数齿轮之间没有中间齿轮，数字直接刻在齿数可变齿轮上，设置好的数在外壳窗口中显示出来。它是后来流行了几十年的台式手摇计算机的前身。

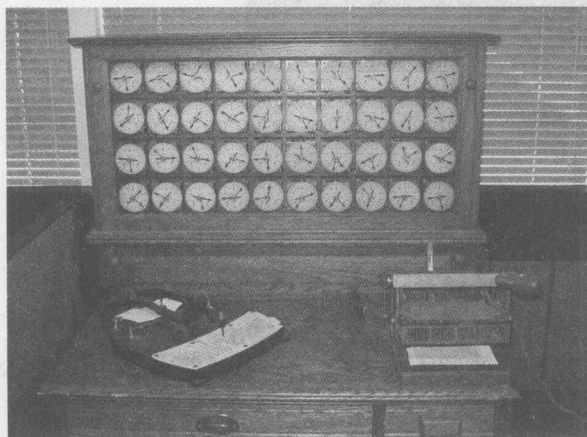


图 1.7 制表机

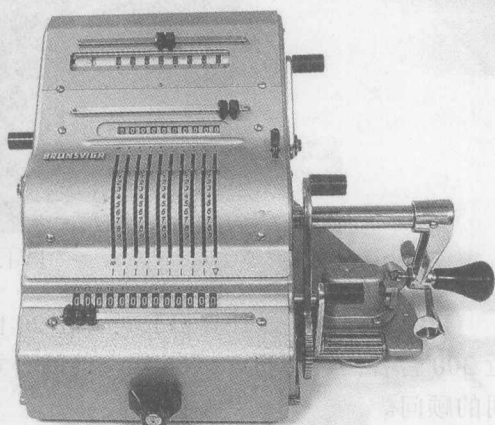


图 1.8 手摇计算机

奥涅尔后来与企业合作，在俄国批量生产他研制的这种计算机。国外的许多公司也在纷纷按照类似的结构原理生产计算机，其中最著名的是德国的布龙斯维加公司。从 1892 年起投产，到 1912 年，其年产量已高达 2 万台。在 20 世纪最初的二三十年间，手摇计算机已成为人们一种主要的计算工具。

1936 年荷兰飞利浦公司制造了一种二进制手摇机械式计算机。手摇式机械计算机由于结

构简单,操作方便,曾经被普遍使用,并延续了较长的时间。

手摇计算机一般只能做四则运算、二次方、三次方、开平方、开立方,如果需要输入三角函数和对数,需要查表。如果计算中有括号,操作会十分麻烦。使用中需要正摇几圈,反摇几圈,还要用纸笔记录。手摇计算机曾被用于我国第一颗原子弹的研制。

1.1.3 机电式计算机

1938年,德国土木建筑工程师克兰德·楚泽(Konrad Zuse, 1910—1995)研制出了Z-1计算机。Z-1计算机最大的贡献是第一次采用了二进制数,这也是世界上第一台采用二进制运算的计算机。在接下来的4年中,楚泽先后研制出了采用继电器的计算机Z-2、Z-3等。1941年完成的Z-3是世界上第一台真正的通用程序控制计算机,如图1.9所示。Z-3不仅全部采用继电器,同时采用穿孔纸带输入,实现了二进制数程序控制。程序控制思想虽然在楚泽之前也有人提倡,但楚泽是把这些思想付诸实施的第一人。但直到1962年,他才被确认为计算机发明人之一,得到了8个荣誉博士头衔以及德国大十字勋章。他也被誉为“数字计算机之父”。

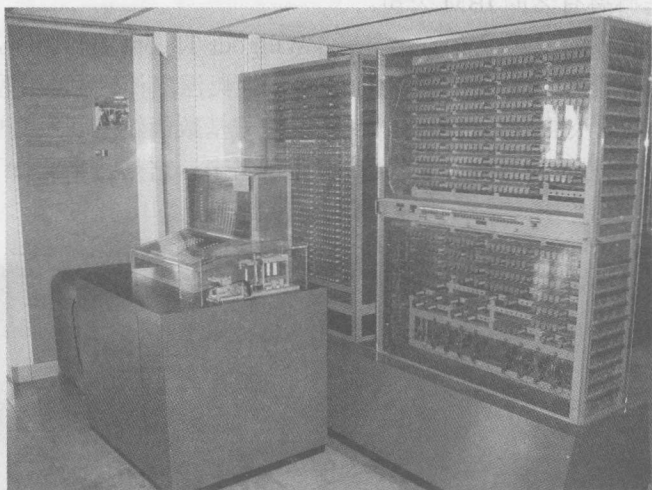


图 1.9 Z-3 型计算机

楚泽创办的楚泽计算机公司,在20世纪60年代初,已发展为数千员工的企业,销售了近300台各类计算机。1966年,他的公司被著名的西门子公司收购,楚泽担任了西门子的顾问。

1943年,英国科学家研制成功了第一台“巨人”计算机,有1500个电子管,5个处理器并行工作,每个处理器每秒处理5000个字母。“巨人”计算机专门用于破译德军密码,第二次世界大战期间共有10台“巨人”在英军服役,平均每小时破译11份德军情报。“巨人”算不上真正的数字电子计算机,但在继电器计算机与现代电子计算机之间起到了桥梁作用。

1944年,美国哈佛大学应用数学教授霍华德·艾肯(Howard Aiken, 1900—1973)在IBM公司的资助下,成功研制出了世界上最早的通用型自动机电式计算机Mark-I,如图1.10所示。艾肯研制的MARK-I计算机的灵感来自一个世纪以前巴贝奇留下的思想精华。可以说,

Mark-I 计算机的研制成功终于实现了巴贝奇的夙愿。而为 Mark-I 编制计算程序的是一位女数学家、海军中尉格雷斯·霍波 (Grace Hopper, 1906—1992) 博士。霍波博士为世界上第一台储存程序的商业计算机 UNIVAC 编写了许多软件, 并成功地研制出了第一个商用编程语言 COBOL, 被誉为计算机语言领域的先驱人物。Mark-I 计算机具有 4 个特征: 既能处理整数, 又能处理负数; 能解各类超越函数, 如三角函数、对数函数、概率函数等; 全自动, 即处理过程一旦开始, 运算就完全自动进行, 不需人的参与; 在计算过程中, 后续的计算取决于前一步计算所获得的结果。尽管 Mark-I 的计算速度很慢、可靠性不高, 但仍然在哈佛大学使用了 15 年。其后, 艾肯又研制出了运算速度更快的机电式计算机 Mark-II 以及采用电子管的计算机 Mark-III。Mark-III 是艾肯研制的第一台内存程序的大型计算机。在这台计算机上, 首先使用了磁鼓作为数与指令的存储器。这是计算机发展史上的一项重大改进。从此, 磁鼓成为了在第一代电子管计算机中广泛使用的存储器。

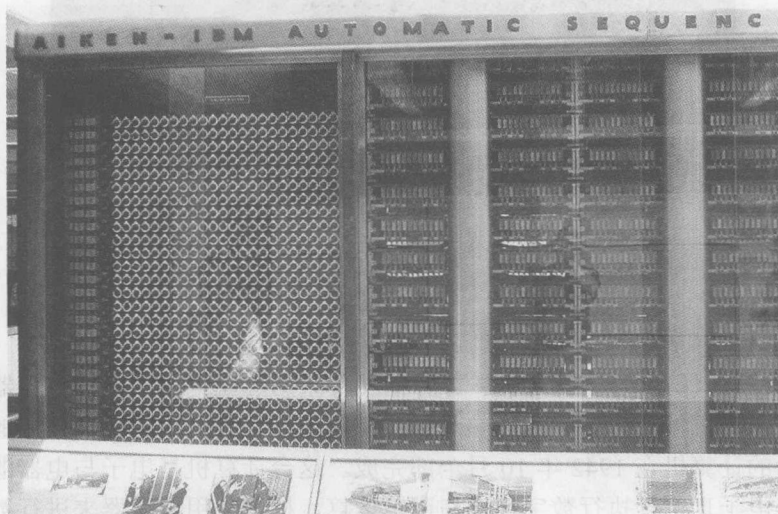


图 1.10 Mark-I 计算机

1.1.4 电子计算机的诞生

多年来, 人们习惯认为第一台电子计算机是 1946 年美国宾夕法尼亚大学的莫克莱和埃克特制造的 ENIAC。事实上, ENIAC 也凝聚了约翰·阿塔纳索夫的研究成果。可以说, ENIAC 是在阿塔纳索夫研究工作的基础上制造的。

1942 年, 美国爱荷华州立大学 (Iowa State University) 约翰·阿塔纳索夫 (John Vincent Atanasoff, 1903—1995) 教授和他的一名学生贝利 (Clifford E Berry, 1918—1963) 一起研制了一台称为 ABC (Atanasoff Berry Computer) 的电子计算机, 如图 1.11 所示。

ABC 计算机的研究始于 1935 年。当时, 阿塔纳索夫在爱荷华州立大学数学系和物理系同时任教 (阿塔纳索夫具有数学硕士和物理博士学位), 在给学生讲授数学物理方法等课程以及指导研究生做课题时常常遇到大量的繁杂计算, 而当时的计算工具难以满足需要。阿塔纳索夫于是开拓新的思路, 尝试运用模拟和数字的方法来处理那些繁杂的计算问题。在研究当时可用

的各种计算工具（机械式和机电式计算器、穿孔卡片计算机、微分分析器）的基础上，他第一个把它们明确地分成“数字计算机”和“模拟计算机”两大类，并提出建造电子数字计算机以从根本上改善计算工具。他为此定下了4个主要方向。

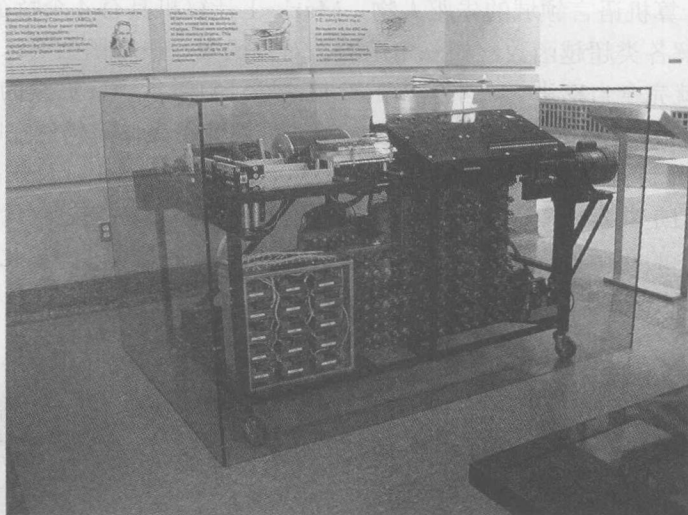


图 1.11 ABC 计算机

- ① 用电子管这种器件和电路代替机械部件。
- ② 用二进制代替十进制进行运算。
- ③ 计算通过一连串顺序的逻辑动作实现，而不是通过“计数”实现。
- ④ 机器中要有能保存数的“存储器”。存储元件采用能充电和放电的电容器。

阿塔纳索夫与对机械和电子学相当熟悉、动手能力强的贝利一起经过几年的努力，终于将阿塔纳索夫设计的计算机在 1942 年 10 月全部完成。这台计算机是电子与电器的结合，电路系统中装有 300 个电子真空管执行数字计算与逻辑运算，机器使用电容器来进行数值存储，数据输入采用打孔读卡方法，还采用了二进制。他把这台机器命名为“ABC”，即“Atanasoff-Berry Computer”，以纪念他和贝利之间的合作以及贝利在实现中所做出的贡献。

阿塔纳索夫在研制 ABC 的过程中，总结并提出了计算机设计的三条原则：

- ① 以二进制的逻辑运算来实现数字运算，以保证精度。
- ② 利用电子元件和技术来实现控制以及逻辑运算和算术运算，以保证计算速度。
- ③ 采用把计算功能和二进制数更新存储的功能相分离的结构。

阿塔纳索夫提出的计算机设计三原则，对后来计算机体系结构及逻辑设计具有重要影响。可以说，阿塔纳索夫的 ABC 计算机是最早的电子计算机。遗憾的是，由于种种原因阿塔纳索夫所在的爱荷华州立大学并没有为 ABC 申请专利。

历史还原：1973 年 10 月 19 日，美国历史上耗时最长的知识产权案在美国明尼苏达州一家地方法院开庭，经过 135 次审理法院正式判决了这起知识产权案，确认了阿塔纳索夫发明“ABC”的作用，撤销了莫克莱和埃克特的计算机发明专利。理由是阿塔纳索夫早在 1941 年，就将他对计算机的初步构想告诉给莫克莱。遗憾的是，落实法院的公正判决容易而为世界科学

界所公认则很难。直到 1990 年 11 月 13 日,为了表彰和纪念约翰·阿塔纳索夫在计算机领域所做出的伟大贡献,美国前总统乔治·布什特意在白宫举行隆重的授勋仪式,为约翰·阿塔纳索夫颁发了一枚美国国家工艺技术金质奖章(国家科技奖)。新闻媒体曾称阿塔纳索夫为“被遗忘的计算机之父”。

从 ABC 开始,人类的计算开始从模拟向数字挺进。而 ENIAC 标志着计算机正式进入数字时代。

1946 年 2 月 14 日,世界上第一台能真正运转的大型电子计算机 ENIAC,在美国宾夕法尼亚大学诞生。当时,由于第二次世界大战军事上一系列复杂计算问题的需要,美国军方决定与宾夕法尼亚大学联合开发电子计算机。1942 年 8 月和 1943 年 5 月,宾夕法尼亚大学莫尔学院物理学教授约翰·莫克莱(John Mauchly)等人先后为军方提交了 ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Computer, 电子数字计算机)的设计方案和实施报告。1943 年 7 月,项目开始正式实施,决定由陆军军械部青年军官数学家戈德斯坦上尉联络宾夕法尼亚大学莫尔电气工程学院两位青年学者莫克莱和埃克特组成莫尔学院研制小组,戈德斯坦上尉作为军方代表负责项目的管理与协调。莫尔学院组织了 50 名技术人员投入该项目研究,莫克莱作为顾问负责 ENIAC 的总体设计;年仅 24 岁的硕士研究生埃克特担任总工程师。经过近三年的艰苦努力,1946 年 2 月 14 日,这台标志着人类计算工具发生历史性变革的电子计算机终于研制成功,并为 ENIAC(如图 1.12 所示)申请了专利。1947 年 8 月,ENIAC 被运至阿伯丁试验基地运行,完成了许多弹道计算和原子弹的计算问题,也曾用于天气预报、宇宙射线研究和风洞设计等复杂计算。由于 ENIAC 的可靠性不足以及耗电量大(据传 ENIAC 每次开机,整个费城西区电灯都为之黯然失色),运行 9 年之后于 1955 年 10 月切断电源退役。1996 年 2 月 15 日,在 ENIAC 计算机问世 50 周年之际,美国副总统戈尔在宾夕法尼亚大学举行的隆重纪念仪式上,再次启动了这台计算机(启动后的 ENIAC 上两排灯以准确的节奏闪烁到 46,然后又闪烁到 96,其含义是电子计算机时代已经走过 50 年),以纪念信息时代的到来。

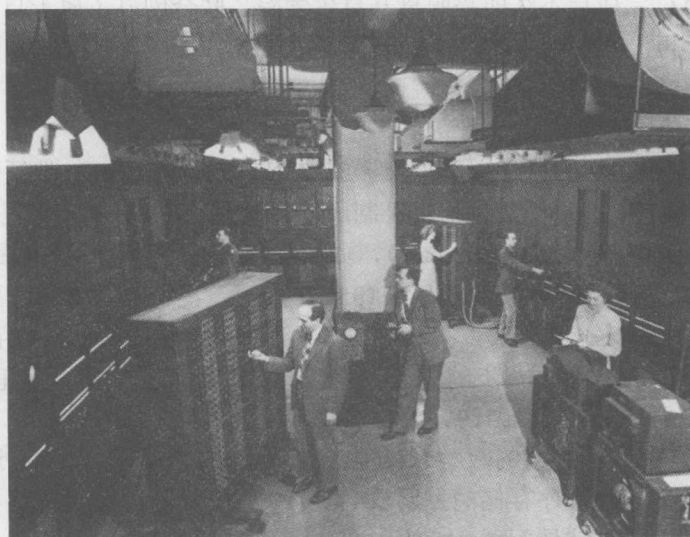


图 1.12 ENIAC 电子数字计算机

虽然 ENIAC 显示了电子元件在进行初等运算速度上的优越性,但没有最大限度地实现电子技术所提供的巨大潜力。ENIAC 也存在着严重的不足:

① 使用十进制数,一方面造成数据存储困难,另一方面十进制数运算电路较为复杂,影响了计算速度。

② 存储容量小,至多存储 20 个 10 位的十进制数。

③ 无程序存储功能,ENIAC 为外插接型计算机,所有计算的控制需要通过手工与其面板开关和插接导线来完成。

1944 年夏天,负责 ENIAC 项目管理与协调的戈德斯坦上尉邀请美籍匈牙利著名数学家冯·诺依曼(John Von Neumann, 1903—1957)参与 ENIAC 的研制工作。冯·诺依曼、莫克莱、埃克特等人认真讨论了 ENIAC 的不足,拟订了存储程序式电子计算机方案,并把这一方案称为 EDVAC。图 1.13 为冯·诺依曼。



图 1.13 数学家冯·诺依曼

1945 年 6 月,一个全新的存储程序通用计算机方案 EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer, 离散变量自动电子计算机)被提出,冯·诺依曼与戈德斯坦等人以《关于 EDVAC 的报告草案》为题,撰写了 101 页的总结报告,即计算机史上著名的“101 页报告”。报告广泛而具体地介绍了制造电子计算机和程序设计思想。报告明确指出,EDVAC 由运算器、逻辑控制装置、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成,并阐述了这五大部分的功能和相互关系。这份报告是计算机发展史上一个具有划时代意义的文献。它向世界宣告:电子计算机的时代开始了。遗憾的是,就在 ENIAC 成功运行和 EDVAC 开始研制时,由于论文署名和 ENIAC 专利权归属问题产生分歧,莫尔学院计算机研究小组陷于分裂。莫克莱和埃克特在 ENIAC 完成后不久即辞职离开莫尔学院,联合创办了属于自己的公司——电子控制公司(ECC),再没有参与 EDVAC 的实际开发工作,而冯·诺依曼和戈德斯坦等人也离开莫尔学院,为普林斯顿大学高等研究院研制 IAS 计算机。IAS 计算机在 1950 年制造成功,只用了 2 600 个电子管,可靠性大大提高。

1949 年,英国剑桥大学的科学家莫里斯·威尔克斯(M. Wilkes)带领他的研究小组,根据 EDVAC 报告草案,在冯·诺依曼之前研制成功了世界上第一台存储程序计算机 EDSAC (Electronic Data Storage Automatic Computer),如图 1.14 所示。而冯·诺依曼等人于 1952 年完成了 EDVAC 的建造工作,如图 1.15 所示。1954 年 6 月,冯·诺依曼发表了更加完善的设计报告《电子计算装置逻辑设计初探》。报告中,冯·诺依曼对 EDVAC 中的两大设计思想“使用二进制数和存储程序”作了进一步的论证,为计算机的设计树立了一座里程碑。迄今为止,大部分计算机仍在遵循冯·诺依曼结构。

冯·诺依曼是 20 世纪最杰出的数学家,他为计算机的发展打通了一道道关卡。尽管长期以来,关于二进制的引入和程序存储的发明权一直存有争议,但冯·诺依曼在计算机总体配置和逻辑设计方面所做出的贡献是不可磨灭的,他被人们誉为“现代计算机之父”。